



PATENT
P56897

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

MEE-AE RYU *et al.*

Serial No.: 10/684,520

Examiner: *to be assigned*

Filed: 15 October 2003

Art Unit: *to be assigned*

For: FIELD EMISSION DISPLAY INCLUDING ELECTRON EMISSION SOURCE
FORMED IN MULTI-LAYER STRUCTURE

CLAIM OF PRIORITY UNDER 35 U.S.C. §119

Mail Stop : Application Number

Commissioner for Patents

P.O. Box 1450

Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application, Korean Priority Application No. 2002-0084160 (filed in Korea on 26 December 2002), and filed in the U.S. Patent and Trademark Office on 15 October 2003 is hereby requested and the right of priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application. The Commissioner is respectfully requested to confirm in writing acknowledgment of filing and receipt of this certified priority application by the U.S. Patent & Trademark Office.

Respectfully submitted,

Robert E. Bushnell

Reg. No.: 27,774

Attorney for the Applicant

1522 "K" Street, N.W., Suite 300
Washington, D.C. 20005
(202) 408-9040

Folio: P56897

Date: 10/23/03

I.D.: REB/asc

대한민국 특허청
KOREAN INTELLECTUAL
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0084160
Application Number

출원년월일 : 2002년 12월 26일
Date of Application DEC 26, 2002

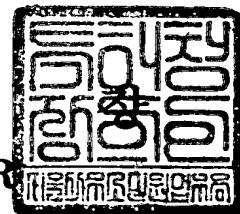
출원인 : 삼성에스디아이 주식회사
Applicant(s) SAMSUNG SDI CO., LTD.



2003 년 06 월 10 일

특 허 청

COMMISSIONER



【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0003
【제출일자】	2002.12.26
【발명의 명칭】	다층 구조로 형성된 전자 방출원을 구비한 전계 방출 표시 장치
【발명의 영문명칭】	FIELD EMISSION DISPLAY DEVICE WITH ELECTRON EMISSION SOURCE FORMED AS MULTILAYERED STRUCTURE
【출원인】	
【명칭】	삼성에스디아이 주식회사
【출원인코드】	1-1998-001805-8
【대리인】	
【명칭】	유미특허법인
【대리인코드】	9-2001-100003-6
【지정된변리사】	오원석
【포괄위임등록번호】	2001-041982-6
【발명자】	
【성명의 국문표기】	유미애
【성명의 영문표기】	RYU, MEE AE
【주민등록번호】	710505-2023212
【우편번호】	442-370
【주소】	경기도 수원시 팔달구 매탄동 1230번지 106동 1702호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	김훈영
【성명의 영문표기】	KIM, HUN YOUNG
【주민등록번호】	741029-2019345
【우편번호】	138-767
【주소】	서울특별시 송파구 문정동 웨미리아파트 107동 804호
【국적】	KR

【발명자】**【성명의 국문표기】**

남중우

【성명의 영문표기】

NAM, JOONG WOO

【주민등록번호】

710310-1168419

【우편번호】

441-400

【주소】경기도 수원시 권선구 곡반정동 486번지 주공1차 126동
1303호**【국적】**

KR

【취지】특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대
리인
인 (인) 유미특허법**【수수료】****【기본출원료】**

20 면 29,000 원

【가산출원료】

6 면 6,000 원

【우선권주장료】

0 건 0 원

【심사청구료】

0 항 0 원

【합계】

35,000 원

【첨부서류】

1. 요약서·명세서(도면)_1통

【요약서】**【요약】**

전자 방출원 표면으로 보다 많은 카본 나노튜브들이 돌출되도록 하여 전자 방출량을 높이고, 구동 전압을 저감시키는 전계 방출 표시장치에 관한 것으로서, 전계 방출 표시장치는 임의의 간격을 두고 대향 배치되는 제1, 2 기판과; 제1, 2 기판 중 어느 한 기판에 마련되는 전자 방출원과; 전자 방출원으로부터 전자를 방출하기 위한 전자 방출 수단과; 제1, 2 기판 중 다른 한 기판에 구비되어 전자 방출원에서 방출된 전자에 의해 이미지를 구현하도록 발광하는 발광 수단을 포함하며, 전자 방출원이 카본 나노튜브층과; 카본 나노튜브층을 일 기판에 접합시킴과 아울러, 카본 나노튜브층에 전자 방출에 필요한 전압이 인가되도록 전도성을 지니는 베이스층을 포함하고, 카본 나노튜브층이 베이스층과 실질적으로 비혼합되면서 베이스층 위에 적층되어 형성된다.

【대표도】

도 2

【색인어】

전계방출, 전자방출원, 카본나노튜브, 캐소드, 게이트, 애노드, 절연층

【명세서】**【발명의 명칭】**

다층 구조로 형성된 전자 방출원을 구비한 전계 방출 표시장치{FIELD EMISSION DISPLAY DEVICE WITH ELECTRON EMISSION SOURCE FORMED AS MULTILAYERED STRUCTURE}

【도면의 간단한 설명】

도 1은 본 발명의 실시예에 따른 전계 방출 표시장치의 부분 분해 사시도.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 전계 방출 표시장치의 부분 단면도.

도 3과 도 4는 각각 본 발명의 다른 실시예에 따른 전자 방출원의 개략도.

도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 전계 방출 표시장치의 부분 분해 사시도.

도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 전계 방출 표시장치의 부분 단면도.

도 7~도 11은 본 발명에 의한 전자 방출원의 형성 방법을 설명하기 위한 각 세부 단계의 개략도.

도 12와 도 13은 각각 본 발명에 의한 전자 방출원의 평면과 측면을 촬영한 주사 전자 현미경 사진.

도 14는 본 발명에 의한 전자 방출원과 종래 기술에 의한 전자 방출원의 전류-전압 특성을 측정하여 나타낸 그래프.

도 15는 종래 기술에 의한 전계 방출 표시장치용 전자 방출원의 개략도.

도 16은 종래 기술에 의한 전계 방출 표시장치용 전자 방출원의 내부 단면을 촬영한 주사 전자 현미경 사진.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <11> 본 발명은 전계 방출 표시장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 카본 나노튜브(CNT; carbon nanotube)를 이용한 전자 방출원을 갖는 전계 방출 표시장치에 관한 것이다.
- <12> 평판 표시장치의 일종인 전계 방출 표시장치는, 초기에 몰리브덴이나 실리콘 등의 물질을 적층하여 선단을 뾰족하게 구성한 소위 스피트(spindt) 타입의 전자 방출원을 사용하였으나, 이 스피트 타입의 전자 방출원은 초미세 구조로 제조 방법이 복잡하고, 높은 정밀도의 제조 기술이 요구되므로 대화면 표시장치 제작에 적용되기 어려운 한계가 있다.
- <13> 따라서 최근에는 탄소계 물질을 이용하여 평평한 전자 방출원을 형성함으로써 제조 과정을 단순화하고, 대화면 표시장치를 용이하게 제작하려는 노력이 진행되고 있다.
- <14> 상기 전자 방출원에 적합한 탄소계 물질로는 흑연, 다이아몬드상 카본(DLC; diamond liked carbon) 및 카본 나노튜브 등이 잘 알려져 있으며, 이 가운데 특히 카본 나노튜브는 끝단의 곡률 반경이 20Å 정도로 극히 미세하여 1~3V/ μ m 정도의 낮은 전계에서도 전자 방출을 원활하게 일으켜 이상적인 전자 방출원으로 기대되고 있다.
- <15> 상기 카본 나노튜브를 이용한 전자 방출원의 형성 방법으로는 스크린 인쇄법이 대표적이다. 스크린 인쇄법은 카본 나노튜브 분말과 프리트 및 비히클을 혼합한 페이스트 형태의 혼합체를 캐소드 전극 위에 스크린 인쇄한 다음 열처리하여 유기 성분을 증발시

키고, 프리트를 용융시켜 카본 나노튜브를 캐소드 전극 위에 부착시키는 과정으로 이루어진다.

<16> 상기 스크린 인쇄법은 제조 과정이 단순하고, 대화면 표시장치 제작에 유리한 장점이 있으나, 스크린 인쇄법으로 완성된 전자 방출원은 대부분의 카본 나노튜브들이 페이스트의 고형분에 묻혀 전자 방출원의 표면으로 돌출되기 어려운 단점이 있다.

<17> 도 15는 스크린 인쇄법으로 완성된 전자 방출원의 개략도로서, 종래의 전자 방출원(1)은 일부의 카본 나노튜브들(3a)이 전자 방출원(1) 표면으로 돌출되어 있지만, 대부분의 카본 나노튜브들(3b)은 고형분에 묻혀 있으며, 고형분에 묻힌 카본 나노튜브들(3b)은 전자 방출에 기여할 수 없게 된다. 이 때, 도 15에서 인용 부호 5는 캐소드 전극을, 7은 절연층을, 9는 게이트 전극을 나타낸다.

<18> 도 16은 스크린 인쇄법으로 완성된 전자 방출원의 내부 단면을 촬영한 전자 현미경 사진으로서, 사진에서 둥근 구형의 물질이 고형분을 나타내며, 가느다란 카본 나노튜브들이 고형분 속에 묻혀 있는 것을 확인할 수 있다.

<19> 이로 인해 카본 나노튜브를 이용한 종래의 전자 방출원은 전자 방출을 위해 그 주위에 조성되는 전계 세기에 비해 전자 방출량이 원하는 값에 비해 떨어지고, 목표하는 전자 방출량을 얻기 위해서는 보다 높은 전압을 인가해야 하므로 전계 방출 표시장치의 구동 전압이 높아지는 원인이 되며, 전자 방출원에 인가되는 과도한 전압으로 인해 전자 방출원의 수명이 저하되는 단점을 안고 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<20> 따라서 본 발명은 상기한 문제점을 해소하기 위한 것으로서, 본 발명의 목적은 전자 방출원 표면으로 보다 많은 카본 나노튜브들이 돌출되도록 하여 전자 방출량을 높이고, 구동 전압을 낮추며, 전자 방출원의 수명을 증가시킬 수 있는 전계 방출 표시장치를 제공하는데 있다.

【발명의 구성 및 작용】

<21> 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명은,

<22> 임의의 간격을 두고 대향 배치되어 진공 용기를 형성하는 제1, 2 기판과, 제1, 2 기판 중 어느 한 기판에 마련되는 전자 방출원과, 전자 방출원으로부터 전자를 방출하기 위한 전자 방출 수단과, 제1, 2 기판 중 다른 한 기판에 구비되어 전자 방출원에서 방출된 전자에 의해 이미지를 구현하도록 발광하는 발광 수단을 포함하며, 상기 전자 방출원이 카본 나노튜브층과, 카본 나노튜브층을 상기 일 기판에 접합시킴과 아울러, 카본 나노튜브층에 전자 방출에 필요한 전압이 인가되도록 전도성을 지니는 베이스층을 포함하고, 상기 카본 나노튜브층이 베이스층과 실질적으로 비혼합되면서 베이스층 위에 적층되는 전계 방출 표시장치를 제공한다.

<23> 상기 베이스층은 PbO , SiO_2 및 Ba_2O_3 을 포함하는 글래스 프리트로 이루어지는 접착성 물질, 및 은, 구리, 알루미늄으로 이루어진 군으로부터 선택된 금속의 전도성 물질을 포함한다. 또한 상기 베이스층은 전도성을 갖는 접착성 물질로 이루어질 수 있으며, 전도성을 갖는 접착성 물질에는 은, 니켈, 알루미늄 등이 있다.

- <24> 바람직하게, 상기 베이스층은 요철화된 표면을 구비하며, 이를 위하여 베이스층은 0.05~5 μm 입경의 구형 입자들을 포함하거나, 0.01~10 μm 간격과 0.01~5 μm 깊이의 요철 표면을 갖는 요철 박막을 형성한다.
- <25> 상기 구형 입자들은 은, 구리, 알루미늄으로 이루어진 군으로부터 선택된 금속의 전도성 입자들로 이루어지며, 상기 요철 박막은 인듐 틴 옥사이드(ITO) 또는 크롬 박막으로 이루어진다.
- <26> 바람직하게, 상기 카본 나노튜브층의 카본 나노튜브 밀도는 베이스층의 카본 나노튜브 밀도의 100~1,000,000배 범위로 이루어지며, 베이스층의 두께는 0.05~5 μm 로 이루어진다.
- <27> 이하, 첨부한 도면을 참고하여 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하면 다음과 같다.
- <28> 도 1과 도 2는 각각 본 발명의 실시예에 따른 전계 방출 표시장치의 부분 분해 사시도 및 부분 단면도이다.
- <29> 도시한 바와 같이 전계 방출 표시장치(2)는 내부 공간을 갖는 진공 용기를 형성하도록 임의의 간격을 두고 대향 배치되는 전면 기판(4)과 후면 기판(6)을 포함하며, 후면 기판(6)에는 전자 방출원(8) 및 전자 방출원(8)에 전계를 형성하여 전자를 방출시키는 구성이, 그리고 전면 기판(4)에는 전자에 의해 가시광을 방출하여 소정의 이미지를 구현하는 구성이 제공된다.
- <30> 보다 구체적으로, 상기 후면 기판(6)에는 캐소드 전극들(10)이 도면의 X축 방향을 따라 라인 패턴으로 형성되고, 캐소드 전극들(10)을 덮으면서 후면 기판(6) 전면면에 절연

층(12)이 형성되며, 절연층(12) 위에 게이트 전극들(14)이 도면의 Y축 방향을 따라 라인 패턴으로 형성되어 캐소드 전극(10)과 수직으로 교차한다.

<31> 그리고 캐소드 전극(10)과 게이트 전극(14)의 교차 영역, 즉 각각의 화소 영역에 게이트 전극(14)과 절연층(12)을 관통하는 복수개의 홀(16)이 형성되고, 홀(16)에 의해 노출된 캐소드 전극(10) 표면으로 카본 나노튜브로 이루어진 전자 방출원(8)이 형성된다. 이로서 각각의 전자 방출원(8)은 절연층(12)을 통해 게이트 전극(14)과 절연되며, 그 윗부분이 게이트 전극(14)에 둘러싸이게 된다.

<32> 여기서, 상기 전자 방출원(8)은 카본 나노튜브층(18)과, 카본 나노튜브층(18)을 캐소드 전극(10) 상에 접합시킴은 물론, 카본 나노튜브층(18)에 전자 방출에 필요한 전압이 인가되도록 전도성을 지니는 베이스층(20)으로 분리 구성되며, 상기 카본 나노튜브층(18)은 베이스층(20)과 실질적으로 비혼합되면서 베이스층(20) 위에 적층되어 위치한다.

<33> 상기 베이스층(20)은 전술한 접착성과 전도성을 확보하기 위하여 접착성 물질과 전도성 물질을 포함하며, 캐소드 전극(10) 상에 소정의 두께, 바람직하게 0.05~5 μ m 두께로 형성된다. 상기 접착성 물질은 PbO, SiO₂ 및 Ba₂O₃을 포함하는 글래스 프리트로서, 소성에 의해 용융되어 카본 나노튜브들(18a)을 캐소드 전극(10) 상에 접합시키며, 상기 전도성 물질은 금속이면 무방하고, 바람직하게 은(Ag), 구리(Cu), 알루미늄(Al) 등의 금속으로 이루어진다.

<34> 이와 같이 접착성 물질과 전도성 물질을 포함하는 베이스층(20)은 소성 후 고형분으로 남게 되며, 카본 나노튜브층(18)을 구성하는 개개의 카본 나노튜브들(18a)은 실질

적으로 그 일단이 베이스층(20)에 접촉되어 있음과 동시에 다른 일단이 전자 방출원(8)의 표면으로 돌출되어 위치한다.

<35> 이 때, 상기 베이스층(20)은 전도성이 있는 접착성 물질 만을 포함하거나, 전도성 물질 만을 포함할 수 있으며, 전도성이 있는 접착성 물질로는 은, 니켈, 알루미늄 등이 있다.

<36> 이와 같이 베이스층(20)과 카본 나노튜브층(18)을 인위적으로 분리하고, 베이스층(20)을 구성하는 은과 같은 금속 입자들에 비해 카본 나노튜브의 무게가 극히 작기 때문에, 카본 나노튜브층(18)을 구성하는 개개의 카본 나노튜브들(18a)이 베이스층(20)으로 침투되는 것을 최소화한다. 따라서 본 실시예에 의한 전자 방출원(8)은 카본 나노튜브층(18)의 카본 나노튜브 밀도가 베이스층(20)의 카본 나노튜브 밀도의 100~1,000,000배 범위로 이루어진다.

<37> 이와 같이 전자 방출원(8)이 베이스층(20)과 카본 나노튜브층(18)으로 분리 구성됨에 따라, 카본 나노튜브들(18a)은 베이스층(20)에 묻히는 대신 전자 방출원(8)의 표면으로 돌출되어 위치한다. 이로서 전자 방출원(8)은 보다 많은 개수의 카본 나노튜브들(18a)을 전자 방출원(8) 표면으로 돌출시키며, 이와 같이 돌출된 카본 나노튜브들(18a)의 끝단으로부터 보다 용이하게 전자를 방출시킬 수 있는 구조를 갖는다.

<38> 그리고 상기 전면 기판(4)에는 전자 가속에 필요한 고전압(대략, 5~10kV)이 인가되는 투명한 애노드 전극(22)과, 전자에 의해 여기되어 가시광을 방출하는 형광막(24)이 위치하며, 상기 전면 기판(4)과 후면 기판(6)은 내부를 진공 상태로 유지하면서 스페이서(26)에 의해 일정한 셀 갭을 유지한다.

- <39> 이로서 캐소드 전극(10)과 게이트 전극(14) 사이에 소정의 직류 또는 교류 전압을 인가하고, 애노드 전극(22)에 고전압을 인가하면, 캐소드 전극(10)과 게이트 전극(14)의 전압 차에 의해 전자 방출원(8) 주위에 전계가 형성되어 전자 방출원(8)에서 전자가 방출되고, 방출된 전자는 애노드 전극(22)에 인가된 고전압에 이끌려 해당 형광막(24)에 충돌함으로써 이를 발광시켜 소정의 이미지를 구현한다.
- <40> 이 때, 본 실시예에 의한 전계 방출 표시장치(2)는 전술한 전자 방출원(8) 구성에 의해 보다 많은 개수의 카본 나노튜브들(18a)을 전자 방출원(8) 표면으로 돌출시킴에 따라, 돌출된 카본 나노튜브(18a)의 끝단으로 전계를 보다 용이하게 집중시킨다. 따라서 본 실시예는 보다 많은 개수의 카본 나노튜브들(18a)로부터 전자를 방출시켜 전자 방출량이 증가하고, 그 결과 화면의 휘도가 향상되는 장점을 갖는다.
- <41> 한편, 전술한 전자 방출원(8)은 베이스층(20)의 표면을 요철화하여 베이스층(20)의 표면적을 늘임으로써 베이스층(20) 위에 적층되는 카본 나노튜브(18a)의 밀도를 높이도록 할 수 있다.
- <42> 이를 위하여 도 3에 도시한 바와 같이, 전자 방출원(28)의 베이스층(30)은 0.05~5 μm 범위의 입경을 갖는 구형 입자들(30a)을 구비하며, 구형 입자들(30a)에 의해 요철화된 표면을 갖는다. 상기 구형 입자(30a)는 바람직하게 은, 구리, 알루미늄 등의 전도성 입자들로 이루어지며, 상기 베이스층(30)은 전도성 입자들과 더불어 글래스 프리트와 같은 접착성 물질을 함께 포함할 수 있다.
- <43> 다른 실시예로서 도 4에 도시한 바와 같이, 전자 방출원(34)의 베이스층(36)은 0.01~10 μm 간격과 0.01~5 μm 깊이의 요철 표면을 갖는 요철 박막(36a)을 구비한다. 상기 요철 박막(36a)은 ITO(indium tin oxide), 크롬(Cr) 등의 도전막으로 이루어지며, 공

지의 포토리소그래피 공정을 통해 요철 표면을 형성할 수 있다. 이 때, 요철 박막(36a)이 도전 물질로 이루어지므로, 베이스층(36)은 전도성 물질 없이 접착성 물질 만을 포함하는 것이 바람직하다.

<44> 한편, 본 발명에서 전자 방출원 주위에 전계를 형성하기 위한 전극 구조는 전술한 실시예 이외에 다음에 설명하는 전극 구조를 적용할 수 있다. 도 5와 도 6은 각각 본 발명의 다른 실시예에 따른 전계 방출 표시장치의 부분 분해 사시도 및 부분 단면도로서, 전면 기판(4)의 구성은 전술한 실시예와 동일하며, 후면 기판(6)의 구성은 아래와 같다.

<45> 본 실시예에서, 상기 후면 기판(6)에는 게이트 전극들(40)이 도면의 Y축 방향을 따라 라인 패턴으로 형성되고, 게이트 전극들(40)을 덮으면서 후면 기판(6) 전면에 절연층(42)이 형성되며, 절연층(42) 위에 캐소드 전극들(44)이 도면의 X축 방향을 따라 라인 패턴으로 형성되어 게이트 전극(40)과 수직으로 교차한다. 그리고 캐소드 전극(44)과 게이트 전극(40)의 교차 영역, 즉 각각의 화소 영역마다 캐소드 전극(44)의 일측 가장자리에 전자 방출원(46)이 형성된다.

<46> 이로서 게이트 전극(40)과 캐소드 전극(44) 사이에 소정의 직류 또는 교류 전압을 인가하면, 게이트 전극(40)과 캐소드 전극(44)의 전압 차에 의해 전자 방출원(46) 주위에 전계가 형성되어 전자 방출원(46)으로부터 전자가 방출된다. 이 때, 전자 방출원(46)의 구성은 전술한 실시예와 동일하므로 여기서는 자세한 설명을 생략한다.

<47> 다음으로 도 7~도 10을 참고하여 본 발명에 의한 전자 방출원의 형성 방법에 대해 설명한다.

<48> 먼저, 도 7에 도시한 바와 같이 캐소드 전극(10) 상에 접착성 물질, 전도성 물질, 및 비히클이 혼합된 제1 혼합체(48)를 스크린 인쇄한 다음 건조시킨다. 상기 접착성 물질은 PbO, SiO₂ 및 Ba₂O₃을 포함하는 글래스 프리트이고, 전도성 물질은 은, 구리, 알루미늄 등의 분말상 금속이 바람직하다. 다른 실시예로서, 상기 제1 혼합체는 전도성을 갖는 접착성 물질 또는 전도성 물질로 이루어질 수 있으며, 상기 전도성을 지닌 접착성 물질로는 은, 니켈, 알루미늄 등이 있다.

<49> 그리고 상기 비히클은 인쇄가 용이하게 되도록 조성물의 점도, 농도 등을 조절하는 역할을 하는 물질로서, 비히클의 대표적인 종류에는 점착성 부여제, 결합제 및 용제 등이 있다. 예를 들어 실리콘계 물질이 점착성 부여제로 사용되고, 아크릴 수지와 에폭시 수지 등이 결합제로 사용되며, 에틸 셀룰로오즈, 테르페놀, 부틸카비톨 아세테이트 등이 용제로 사용될 수 있다.

<50> 이 때, 도 8에 도시한 바와 같이 제1 혼합체(50)가 전도성 물질로서 0.05~5 μ m 입径의 전도성 입자들(50a), 특히 은, 구리, 알루미늄 등의 전도성 입자들을 포함하는 경우, 제1 혼합체(50)는 전도성 입자들(50a)에 의해 요철화된 표면을 갖게 된다.

<51> 그리고 도 9에 도시한 바와 같이, 건조된 제1 혼합체(48) 위에 카본 나노튜브 분말과 비히클이 혼합된 제2 혼합체(52)를 스크린 인쇄한 다음 건조시킨다. 다음으로 건조된 제1, 2 혼합체(48, 52)를 300~500℃ 범위에서 5~60분 동안 소성하여 제1, 2 혼합체(48, 52)의 유기 성분을 태워 제거함으로써 도 2에 도시한 바와 같이 베이스층(20)과 카본 나노튜브층(18)으로 이루어진 전자 방출원(8)을 완성한다.

<52> 이 때, 전술한 소성 단계에서 제1 혼합체(48)의 접착성 물질이 용융됨과 아울러, 제1 혼합체(48)의 유기 성분과 제2 혼합체(52)의 유기 성분이 동시에 제거되면서 실질적

으로 개개의 카본 나노튜브들(18a)은 그 일단이 베이스층(20)에 접촉되고, 이와 동시에 카본 나노튜브들(18a)의 다른 일단이 전자 방출원(8)의 표면으로 돌출되어 위치하게 된다.

<53> 그리고 상기 제1 혼합체(48)와 제2 혼합체(52)는 감광성 수지와 광 개시제를 더욱 포함할 수 있으며, 이 경우 제1 혼합체(48)와 제2 혼합체(52)를 후면 기판(4) 전면에서 스크린 인쇄한 다음, 전자 방출원을 형성하고자 하는 부위에 선택적으로 자외선을 조사하여 제1, 2 혼합체(48, 52)를 부분 경화시킨 후 현상을 통해 경화되지 않은 부분을 제거함으로써 원하는 위치에 전자 방출원(8)을 형성할 수 있다.

<54> 한편, 전자 방출원이 도 4에 도시한 요철 박막(36a)을 구비하는 경우, 전자 방출원(34)의 형성 방법은 다음과 같다.

<55> 먼저 도 10에 도시한 바와 같이, 캐소드 전극(10) 상에 ITO 또는 크롬 등의 도전 피막(54)을 코팅하고, 도전 피막(54) 위에 포토레지스트(56)를 1~5 μ m 두께로 입힌 다음, 포토레지스트(56)를 0.01~10 μ m 간격으로 패터닝하여 도전 피막(54)의 일부를 노출시킨다. 그리고 에칭 용액(점선 화살표로 표시)을 이용하여 노출된 도전 피막(54)을 식각함으로써 도 11에 도시한 바와 같이 0.01~10 μ m 간격과 0.01~5 μ m 깊이의 요철 표면을 갖는 요철 박막(36a)을 완성한다.

<56> 다음으로 상기 요철 박막(36a) 위에 접착성 물질과 비히클이 혼합된 제1 혼합체(58)를 스크린 인쇄한 다음 건조하고, 건조된 제1 혼합체(58) 위에 카본 나노튜브 분말과 비히클이 혼합된 제2 혼합체(60)를 스크린 인쇄한 다음 건조시킨다. 마지막으로 300~500 $^{\circ}$ C 범위에서 5~60분 동안 소성하여 제1 혼합체(58)와 제2 혼합체(60)의 유기 성분을 제거함으로써 도 4에 도시한 전자 방출원(34)을 완성한다.

<57> 도 12는 베이스층에 은(Ag) 입자들을 함유한 전자 방출원의 평면을 촬영한 주사 전자 현미경 사진이고, 도 13은 도 12의 전자 방출원을 측면에서 촬영한 주사 전자 현미경 사진으로서, 사진에서 둥근 구형의 물질이 은 입자이며, 은 입자 표면으로 가느다란 카본 나노튜브들이 돌출되어 있는 것을 확인할 수 있다.

<58> 도 14는 본 발명에 의한 전자 방출원(실시예)과 종래 기술에 의한 전자 방출원(비교예)의 전류-전압 특성을 측정하여 나타낸 그래프로서, 실시예의 전자 방출원으로 도 12에 나타낸 전자 방출원을 적용하였으며, 비교예의 전자 방출원으로 도 16에 나타낸 전자 방출원을 사용하였다. 상기 그래프의 가로축은 전자 방출원에 인가되는 전계 세기를 나타내고, 세로축이 전류 밀도를 나타낸다.

<59> 도시한 바와 같이, 본 실시예에 의한 전자 방출원이 표면으로 보다 많은 개수의 카본 나노튜브들을 돌출시킴에 따라, 동일한 전계 세기에서 현저하게 향상된 전류 밀도를 나타내며, 7.5V 인가 조건에서 전류 밀도가 대략 4배 정도 향상되었음을 확인할 수 있다.

<60> 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니고 특허청구범위와 발명의 상세한 설명 및 첨부한 도면의 범위 안에서 여러 가지로 변형하여 실시하는 것이 가능하고 이 또한 본 발명의 범위에 속하는 것은 당연하다.

【발명의 효과】

<61> 이와 같이 본 발명에 따르면, 전자 방출원 표면으로 보다 많은 개수의 카본 나노튜브들을 돌출시킬 수 있다. 따라서 본 발명은 동일한 전계 세기에서 전자 방출량을 높여

화면의 휘도를 향상시키며, 구동 전압을 낮추어도 원하는 전자 방출량을 얻을 수 있으므로 전계 방출 표시장치의 구동 전압을 낮출 수 있다. 그 결과, 전자 방출원에 과도한 전압을 인가하지 않고 적정 수준의 전압을 인가하여 전자 방출원의 사용 수명을 늘릴 수 있다.

【특허청구범위】**【청구항 1】**

임의의 간격을 두고 대향 배치되어 진공 용기를 형성하는 제1, 2 기판과;
상기 제1, 2 기판 중 어느 한 기판에 마련되는 전자 방출원과;
상기 전자 방출원으로부터 전자를 방출하기 위한 전자 방출 수단; 및
상기 제1, 2 기판 중 다른 한 기판에 구비되어 상기 전자 방출원에서 방출된 전자에 의해 이미지를 구현하도록 발광하는 발광 수단을 포함하며,
상기 전자 방출원이,
카본 나노튜브층과;
상기 카본 나노튜브층을 상기 일 기판에 접합시킴과 아울러, 카본 나노튜브층에 전자 방출에 필요한 전압이 인가되도록 전도성을 지니는 베이스층을 포함하고,
상기 베이스층이 상기 일 기판 위에 임의의 두께를 가지고 형성되며, 상기 카본 나노튜브층이 상기 베이스층과 실질적으로 비혼합되면서 베이스층 위에 적층되어 형성되는 전계 방출 표시장치.

【청구항 2】

제 1항에 있어서,
상기 전자 방출 수단이,
상기 전자 방출원이 마련되는 일 기판 상에 라인 패턴으로 형성되며, 표면에 전자 방출원이 위치하는 캐소드 전극들과;

상기 전자 방출원을 제외하고 상기 캐소드 전극들을 덮으면서 상기 일 기판의 전면
에 형성되는 절연층; 및

상기 전자 방출원을 노출시키기 위한 홀들을 구비하면서 상기 절연층 위에서 상기
캐소드 전극들과 수직한 라인 패턴으로 형성되는 게이트 전극들을 포함하는 전계 방출
표시장치.

【청구항 3】

제 1항에 있어서,
상기 전자 방출 수단이,
상기 전자 방출원이 마련되는 일 기판 상에 라인 패턴으로 형성되는 게이트 전극들
과;

상기 게이트 전극들을 덮으면서 상기 일 기판의 전면에 형성되는 절연층; 및
상기 절연층 위에서 상기 게이트 전극들과 수직한 라인 패턴으로 형성되며, 표면에
전자 방출원이 위치하는 캐소드 전극들을 포함하는 전계 방출 표시장치.

【청구항 4】

제 1항에 있어서,
상기 발광 수단이,
상기 다른 일 기판에 형성되는 애노드 전극; 및
상기 애노드 전극 표면에 형성되는 형광막들을 포함하는 전계 방출 표시장치.

【청구항 5】

제 1항에 있어서,

상기 베이스층이 은, 니켈 및 알루미늄으로 이루어진 군으로부터 선택된 전도성을 갖는 접착성 물질을 포함하는 전계 방출 표시장치.

【청구항 6】

제 1항에 있어서,

상기 베이스층이 은, 구리 및 알루미늄으로 이루어진 군으로부터 선택된 금속의 전도성 물질을 포함하는 전계 방출 표시장치.

【청구항 7】

제 1항에 있어서,

상기 베이스층이,

PbO, SiO₂ 및 Ba₂O₃를 포함하는 글래스 프리트로 이루어지는 접착성 물질; 및

은, 구리 및 알루미늄으로 이루어진 군으로부터 선택된 금속의 전도성 물질을 포함하는 전계 방출 표시장치.

【청구항 8】

제 1항에 있어서,

상기 베이스층이 요철화된 표면을 갖는 전계 방출 표시장치.

【청구항 9】

제 8항에 있어서,

상기 베이스층이 $0.05 \sim 5\mu\text{m}$ 입경의 구형 입자들을 포함하는 전계 방출 표시장치.

【청구항 10】

제 9항에 있어서,

상기 구형 입자들이 은, 구리 및 알루미늄으로 이루어진 군으로부터 선택된 금속의 전도성 입자들로 이루어지는 전계 방출 표시장치.

【청구항 11】

제 8항에 있어서,

상기 베이스층이 $0.01 \sim 10\mu\text{m}$ 간격과 $0.01 \sim 5\mu\text{m}$ 깊이의 요철 표면을 갖는 요철 박막을 포함하는 전계 방출 표시장치.

【청구항 12】

제 11항에 있어서,

상기 요철 박막이 인듐 틴 옥사이드(ITO) 또는 크롬 박막으로 이루어지는 전계 방출 표시장치.

【청구항 13】

제 1항에 있어서,

상기 카본 나노튜브층의 카본 나노튜브 밀도가 상기 베이스층의 카본 나노튜브 밀도의 $100 \sim 1,000,000$ 배로 이루어지는 전계 방출 표시장치.

【청구항 14】

제 1항에 있어서,

상기 베이스층이 0.05~5 μ m의 두께로 형성되는 전계 방출 표시장치.

【청구항 15】

기판 상에 접착성 물질, 전도성 물질, 및 비히클이 혼합된 제1 혼합체를 스크린 인쇄한 후 건조하는 단계와;

상기 제1 혼합체 위에 카본 나노튜브 분말 및 비히클이 혼합된 제2 혼합체를 스크린 인쇄한 후 건조하는 단계; 및

상기 제1 혼합체와 제2 혼합체를 소성하여 제1 혼합체의 접착성 물질을 용융시킴과 아울러 제1 혼합체와 제2 혼합체의 유기 성분을 증발시키는 단계

를 포함하는 전계 방출 표시장치의 전자 방출원 형성 방법.

【청구항 16】

기판 상에 접착성 물질, 전도성 물질, 감광성 수지, 광 개시제, 및 비히클이 혼합된 제1 혼합체를 전면 인쇄한 후 건조하는 단계와;

상기 제1 혼합체 위에 카본 나노튜브 분말, 감광성 수지, 광 개시제, 및 비히클이 혼합된 제2 혼합체를 전면 인쇄한 후 건조하는 단계와;

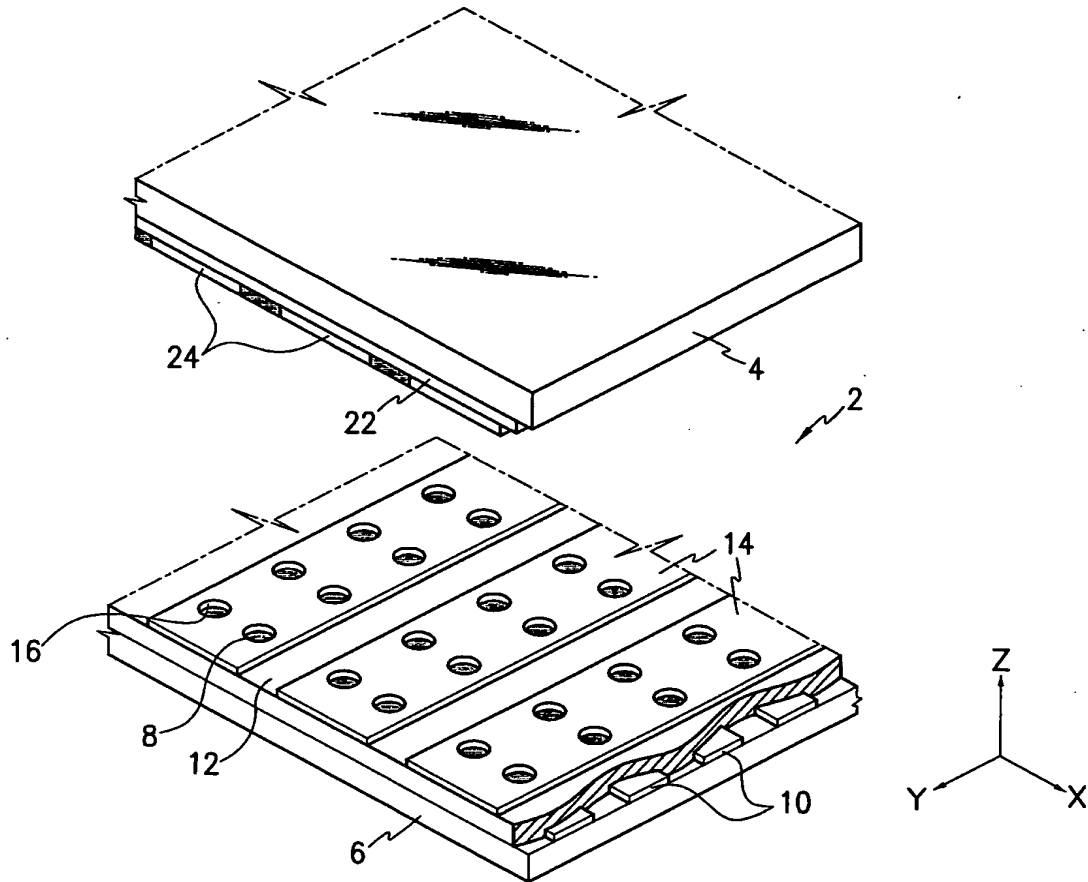
상기 제1 혼합체와 제2 혼합체를 부분 노광하여 선택적으로 경화시키는 단계와;

현상을 통해 경화되지 않은 제1 혼합체와 제2 혼합체를 제거하여 패터닝하는 단계; 및

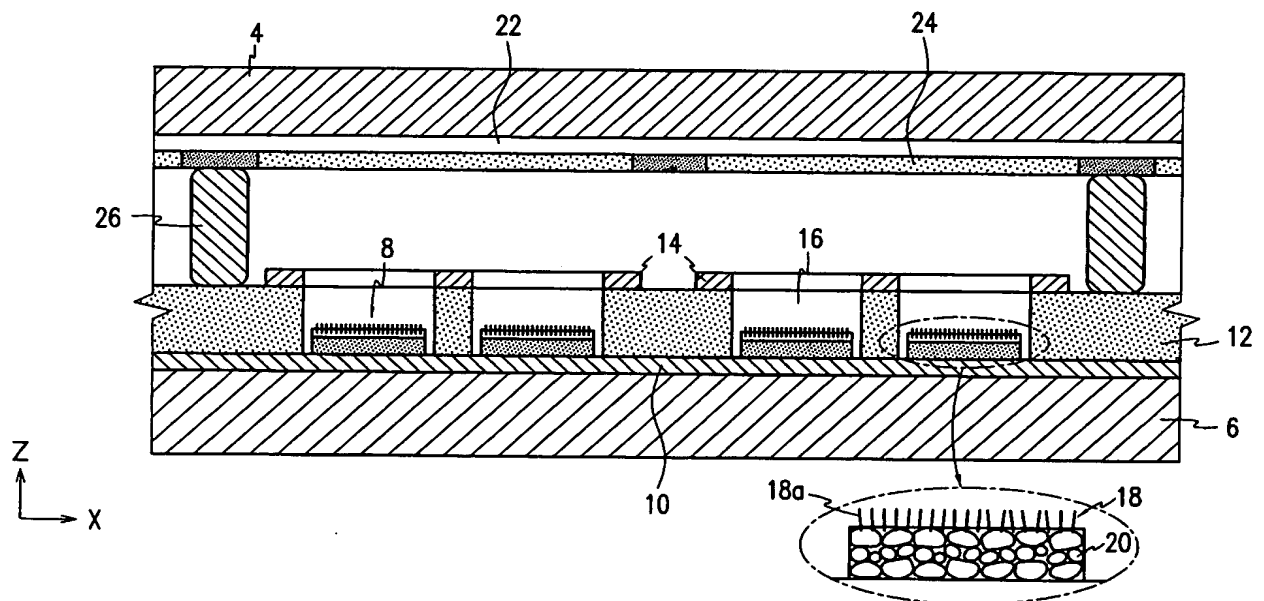
상기 기판 상에 남은 제1 혼합체와 제2 혼합체를 소성하여 제1 혼합체의 접착성 물질을 용융시킴과 아울러 제1 혼합체와 제2 혼합체의 유기 성분을 증발시키는 단계를 포함하는 전계 방출 표시장치의 전자 방출원 형성 방법.

【도면】

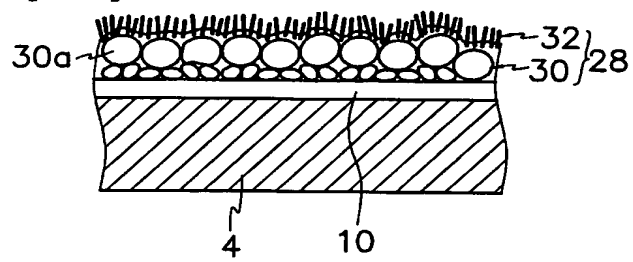
【도 1】



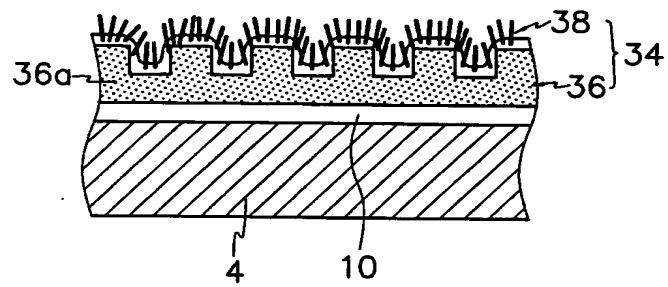
【도 2】



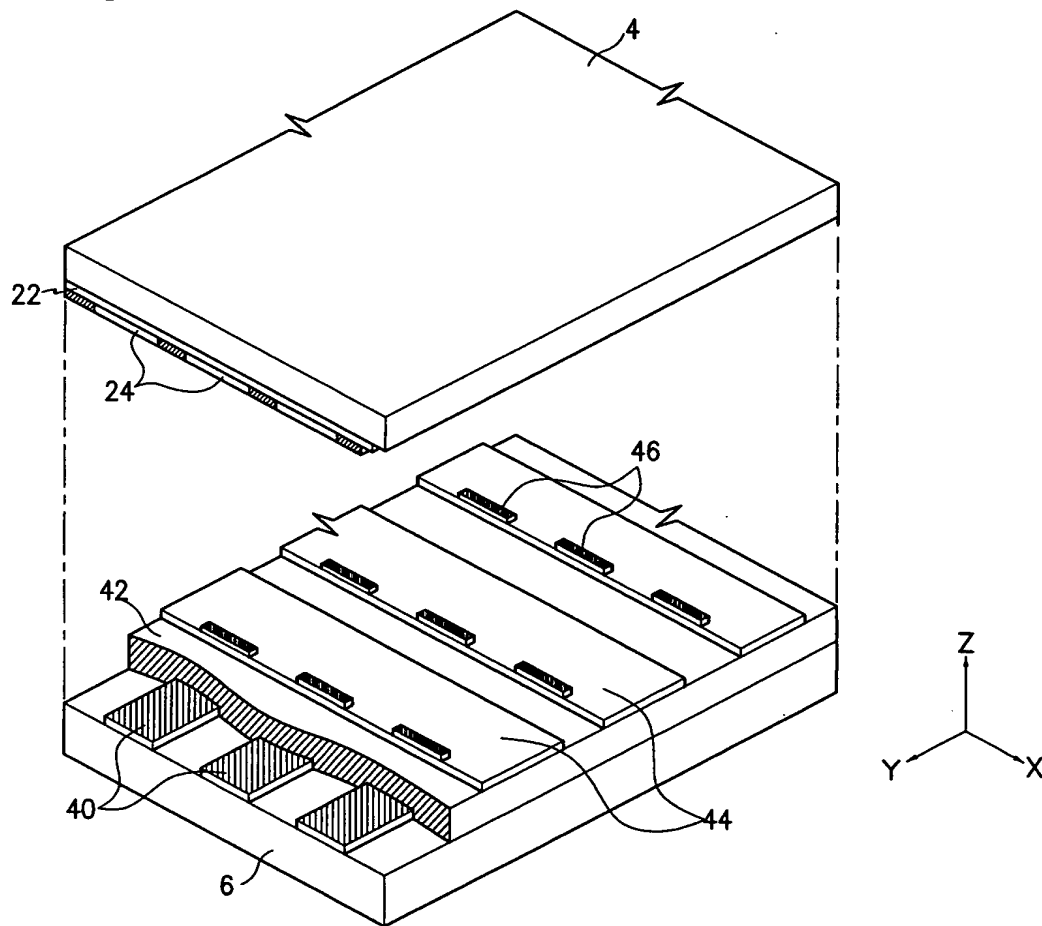
【도 3】



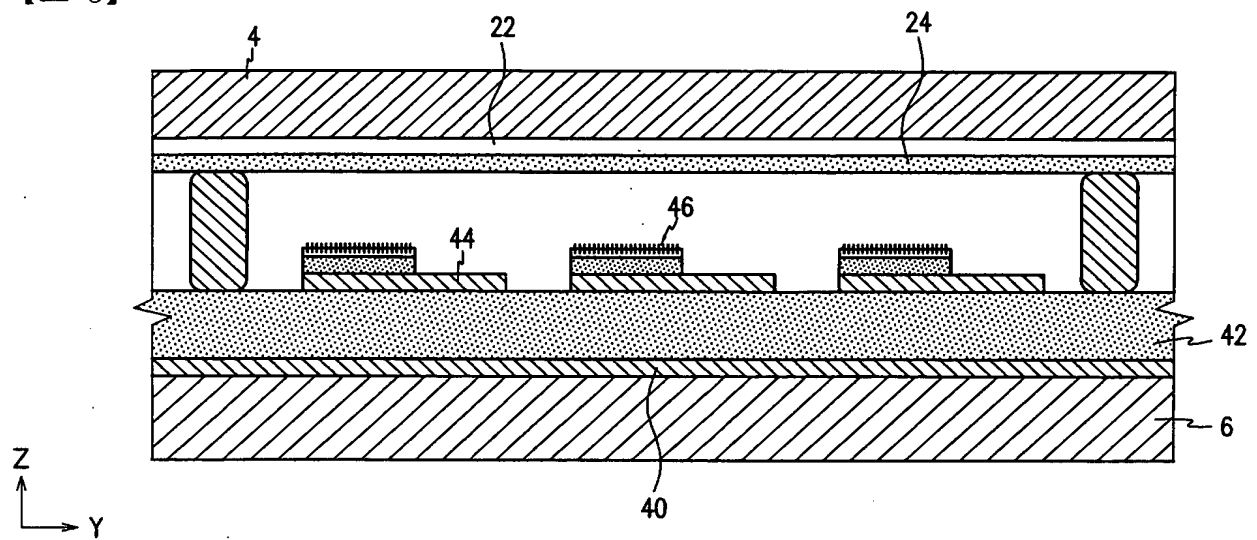
【도 4】



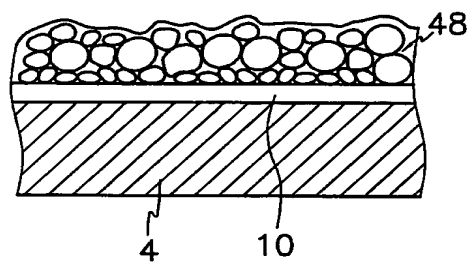
【도 5】



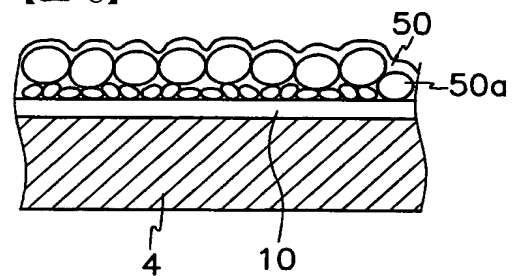
【도 6】



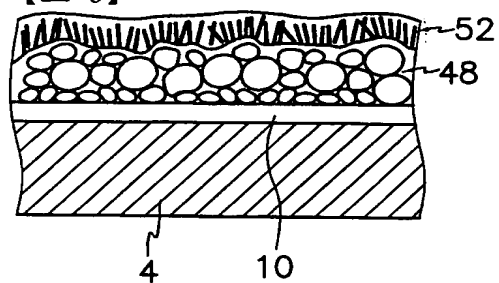
【도 7】



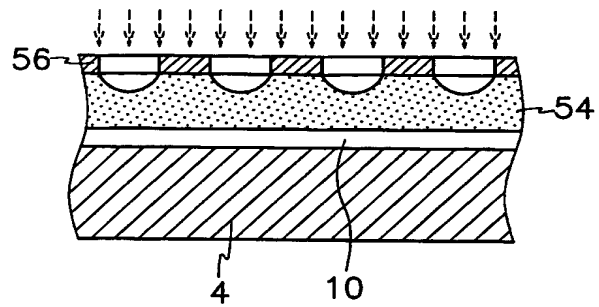
【도 8】



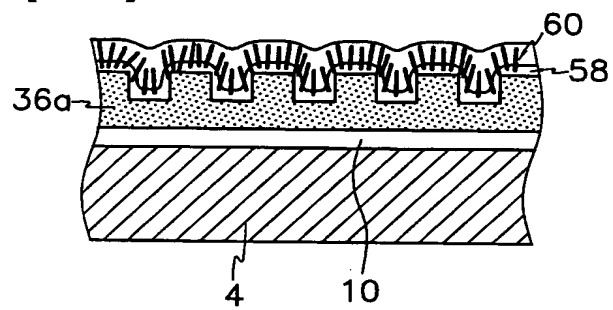
【도 9】



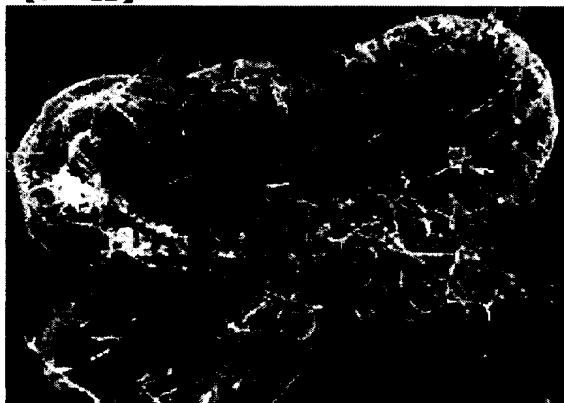
【도 10】



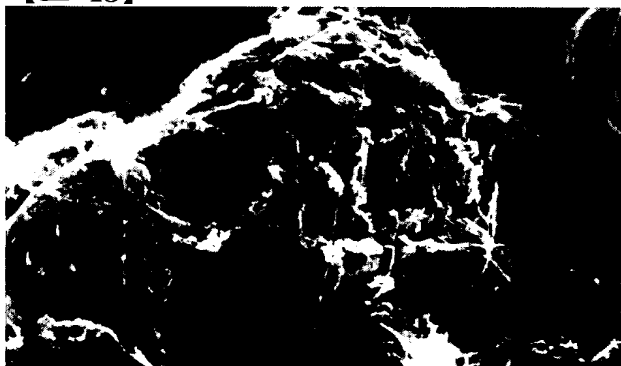
【도 11】



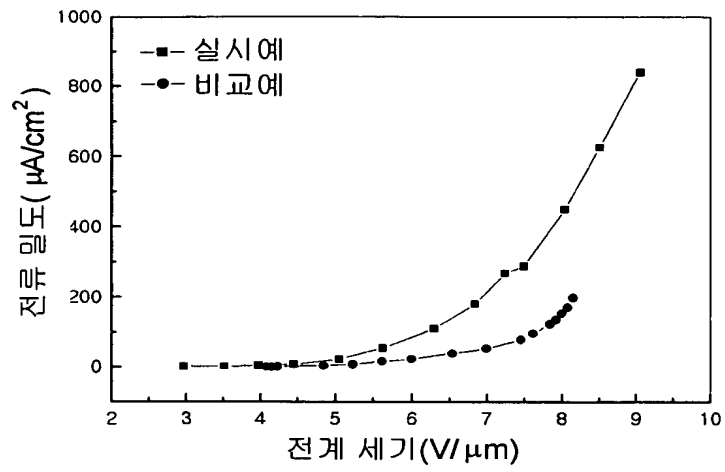
【도 12】



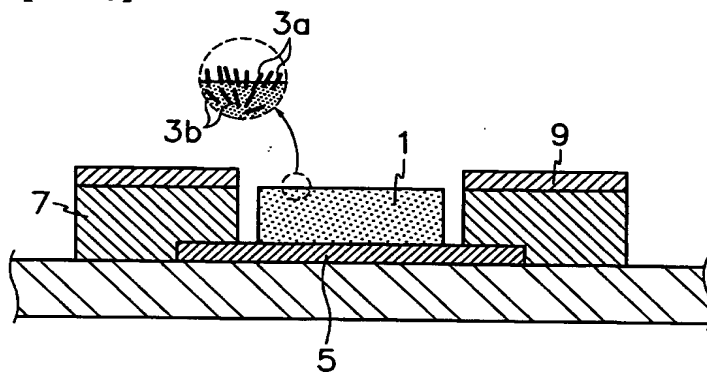
【도 13】



【도 14】



【도 15】



【도 16】

